

Inhalt

	Vorwort.....	5
	Dank.....	6
1	Die historische Entwicklung von Glasfensterverschlüssen in Mitteleuropa (Klos).....	13
1.1	6.000 Jahre Hausbau ohne Fenster.....	13
1.2	Römische Baukunst – der Zeit voraus.....	13
1.3	Frühes Mittelalter und Hochmittelalter.....	15
1.4	Spätes Mittelalter – vom Holzverschluss zum Glasfensterverschluss.....	18
1.4.1	Bildliche Darstellungen als Quellen.....	18
1.4.2	Erhalten gebliebene Fenster.....	20
1.5	Frühe Neuzeit.....	23
1.6	Glasherstellung und Glastypen.....	26
1.7	Funktionsverbesserungen der Fensterverschlüsse.....	29
1.7.1	Verglasung.....	29
1.7.2	Öffnungsmechanismen.....	31
1.8	Schlussbemerkung.....	32
2	Holzarten für den Fensterbau (Koch, Richter).....	33
2.1	Einleitung.....	33
2.2	Anforderungen an Fensterhölzer.....	33
2.3	Für den Fensterbau wesentliche Holzeigenschaften.....	34
2.3.1	Rohdichte.....	34
2.3.2	Stehvermögen.....	34
2.3.3	Natürliche Dauerhaftigkeit.....	35
2.3.4	Bearbeitbarkeit.....	36
2.3.5	Weitere wichtige physikalische Eigenschaften des Holzes.....	36
2.3.6	Anforderungen an lamellierte Kanteln aus einer Holzart.....	36
2.4	Etablierte Holzarten für den Fensterbau.....	38
2.5	Neu eingeführte Holzarten für den Fensterbau.....	39
2.6	Neuartige Verbundsysteme (kombinierte Systeme).....	40
2.6.1	Kombinierte Holzkanteln aus verschiedenen Holzarten.....	40
2.6.2	Holz-Metall-Fenster- und Holz-Metall-Fassadenkonstruktionen.....	41
2.7	Verfahren zur Holzmodifizierung.....	41
3	Schutz von Holzfenstern.....	43
3.1	Chemischer Holzschutz (Arnold, Lukowsky).....	43
3.1.1	Einleitung.....	43
3.1.2	Schadensausprägungen und -häufigkeiten.....	43
3.1.3	Holzschutzkonzepte in Deutschland und europäischen Nachbarstaaten.....	44
3.1.3.1	Holzschutz in Deutschland.....	44

3.1.3.2	Holzschutz in europäischen Nachbarstaaten.....	44
3.1.4	Regelwerke	44
3.1.4.1	Normen.....	45
3.1.4.2	Weitere Regelwerke	46
3.1.5	Holzschutzmittel	47
3.1.5.1	Gesundheits- und Umweltaspekte	47
3.1.5.2	Zulassungsverfahren	47
3.1.5.3	Einbringmengen	48
3.1.5.4	Im Fensterbau eingesetzte biozide Wirkstoffe.....	49
3.1.5.5	Nachweis von Holzschutzmitteln	49
3.1.6	Applikationsverfahren.....	50
3.1.6.1	Betriebliche Verfahren.....	50
3.1.6.2	Reparatur- und Sanierungsverfahren.....	50
3.1.7	Vorschläge zur Anwendung chemisch vorbeugender Holzschutzmittel an Fenstern.....	52
3.2.	Beschichtung von Holzfenstern (Hein)	53
3.2.1	Grundlagen.....	53
3.2.1.1	Historische Entwicklung der Fensterbeschichtung.....	53
3.2.1.2	Zusammensetzung und Eigenschaften von Beschichtungen.....	54
3.2.1.3	Gesundheitliche und umweltbezogene Anforderungen an Beschichtungen ..	56
3.2.1.4	Vorteile industriell hergestellter Beschichtungsstoffe.....	57
3.2.1.5	Risikostoffe in Denkmalpflege und Restaurierung.....	57
3.2.1.6	Gesetzliche Forderungen nach neuen Beschichtungsstoffen.....	58
3.2.1.7	Raumluftbelastung aus Beschichtungen	59
3.2.2	Anforderungen an den Beschichtungsuntergrund	60
3.2.2.1	Beschichtungsuntergrund, Holzart und Holzqualität	61
3.2.2.2	Modifizierte Hölzer	63
3.2.2.3	Überprüfung der Altbeschichtung auf Eignung als Beschichtungsuntergrund	65
3.2.2.4	Entfernen alter Beschichtungen	66
3.2.2.5	Erkennen von Problemen und Vermeiden von Risiken	70
3.2.3	Aufbau und Ausführung der Beschichtung	72
3.2.3.1	Normen, Richtlinien und Merkblätter zur Fensterbeschichtung	72
3.2.3.2	Auswahl der geeigneten Beschichtung.....	73
3.2.3.3	Anlagengebundene Beschichtung	77
3.2.3.4	Handwerkliche Beschichtung mit dem Pinsel.....	82
3.2.4	Wartung und Pflege.....	85
3.3	Baulicher Holzschutz: Bilddokumentation (Arnold)	89
3.3.1	Einbaulage	89
3.3.2	Kantengeometrie	92
3.3.3	Beschichtung	92
3.3.4	Wetterschutzschienen	93
3.3.5	Fugenausbildung	94
3.3.6	Sohlbankkonstruktionen.....	96
3.3.7	Fenstertüren	96
3.3.8	Schutz gegen Tauwasser.....	97
3.3.9	Holzmodifizierung.....	99
3.3.10	Besonderheiten bei Fachwerkgebäuden.....	100
4	Klimatisch bedingte Schäden an Holzfenstern (Wenk)	101
4.1	Grundlagen.....	101
4.2	Schäden durch Feuchtebelastung aus Niederschlägen.....	103
4.2.1	Regen, Nebel und Tau	104
4.2.2	Hagel.....	114
4.2.3	Schnee.....	116
4.2.4	Sekundäre Schäden durch Feuchte.....	117
4.2.5	Zusammenfassung.....	118
4.3	Schäden durch Windbelastung.....	118
4.3.1	Windbelastung.....	119
4.3.2	Einbaulage	120

4.3.3	Anschluss maßhaltiger Bauteile an das Gebäude und Befestigungsmittel . . .	121
4.3.4	Fassaden und Fensterwände	122
4.3.5	Zusammenfassung	122
4.4	Schäden durch Strahlen- und Temperatureinwirkung	122
4.4.1	UV-Strahlung	122
4.4.2	Wärme	125
4.4.3	Frost	128
4.4.4	Zusammenfassung	129
4.5	Raumseitige Feuchtebelastung von Fensterkonstruktionen durch Tauwasserbildung	129
4.5.1	Tauwasserbildung	129
4.5.2	Tauwasserschäden in und an der Fensterkonstruktion	131
4.5.3	Tauwasserschäden durch Gebäudenutzung	142
4.5.4	Tauwasserschäden durch Bautätigkeiten	142
4.5.5	Zusammenfassung	143
4.6	Holzfensterkonstruktionen: Übersichten zu Belastungen und Anforderungen	143
4.7	Grundlagen des Quell- und Schwindverhaltens hölzerner Bauteile (Rehbein) . .	147
4.7.1	Einleitung	147
4.7.2	Anatomie des Holzes	147
4.7.2.1	Aufbau des Holzgewebes	147
4.7.2.2	Makroskopische Strukturmerkmale	148
4.7.2.3	Mikroskopischer Holzaufbau	150
4.7.3	Sorption	152
4.7.3.1	Fechteaufnahme	152
4.7.3.2	Aufnahme von flüssigem Wasser	153
4.7.4	Holzfeuchte	155
4.7.4.1	Grundlagen	155
4.7.4.2	Holzfeuchtebestimmung	157
4.7.5	Quellen und Schwinden des Holzes	159
4.7.5.1	Reaktionsgewebe	159
4.7.5.2	Behindertes Quellen und Schwinden	160
4.7.5.3	Relevante Quell- und Schwindwerte	160
4.7.5.4	Kenngrößen des Quell- und Schwindverhaltens	160
4.7.6	Trocknungsverhalten des Holzes	161
5	Biotische Schäden an Holzfenstern	163
5.1	Schäden durch Pilze und Pflanzen (Huckfeldt)	163
5.1.1	Pilze	163
5.1.1.1	Was sind Pilze?	163
5.1.1.2	Der Aufbau der Pilze	163
5.1.1.3	Die verschiedenen Fäuletypen	167
5.1.1.4	Voraussetzungen für das Auftreten von Hausfäulepilzen	170
5.1.1.5	Bläue-, Schimmel- und Schleimpilze	174
5.1.1.6	Exkurs: Bakterien	179
5.1.1.7	Häufige Pilze an maßhaltigen Bauteilen	179
5.1.1.8	Seltenere Pilze an maßhaltigen Bauteilen	197
5.1.2	Pflanzen	206
5.1.2.1	Algen und Flechten	206
5.1.2.2	Efeu und Wilder Wein	207
5.2	Schäden durch Insekten (Noldt)	208
5.2.1	Einleitung	208
5.2.2	Befallstypen und Schäden	209
5.2.2.1	Lebenszyklus der Insekten	209
5.2.2.2	Befallstypen nach der Art des befallenen Holzes	212
5.2.2.3	Befallstypen nach der Art der Nutzung des Holzes durch die Insekten	212
5.2.2.4	Schadensarten und -häufigkeiten	213
5.2.2.5	Befallsorte und Schadensstufen	213
5.2.2.6	Anzeichen und Nachweise eines Holzinsektenbefalls	214

5.2.3	Insekten, die in Fensterhölzern, an Fenstern oder umgebenden Konstruktionshölzern auftreten können	214
5.2.3.1	Käfer (Coleoptera)	214
5.2.3.2	Hautflügler (Hymenoptera)	234
5.2.3.3	Schmetterlinge (Lepidoptera)	242
5.2.3.4	Termiten (Isoptera)	244
5.3	Schadensaufnahme und Bekämpfungsmaßnahmen bei Insektenschäden an Fenstern (Newcombe)	246
5.3.1	Auftreten von Insektenschäden an Fenstern	246
5.3.2	Bekämpfungsmaßnahmen	247
5.3.3	Anwendung von Holzschutzmitteln	247
6	Wartung und Wartungsverträge zur Instandhaltung von Holzbauteilen im Außenbereich (Stamms)	249
6.1	Wartung – eine Notwendigkeit	249
6.2	Instandhaltung, Wartung und Instandsetzung – Begriffe	249
6.3	Wartungsvoraussetzungen	249
6.3.1	Wartung durch Fachleute	249
6.3.2	Wetterbeanspruchung der Bauteile	250
6.4	Wartungszeiträume für Fensterbeschichtungen	251
6.5	Inhalt von Wartungsverträgen	251
7	Restaurierung und Reparatur von Holzfenstern	257
7.1	Konservierung – Restaurierung – Rekonstruktion (Lindlar)	257
7.1.1	Vorbemerkung	257
7.1.2	Historische Fenster im Kontext des Baudenkmals	257
7.1.3	Grundkonzepte	258
7.1.3.1	Konservierung	258
7.1.3.2	Restaurierung	259
7.1.3.3	Rekonstruktion	263
7.1.4	Schlussbemerkung	264
7.2	Neue Holzfenster für alle Anforderungen (Piotrowicz)	265
7.2.1	Bauzeitliche und historisch wertvolle Fenster im Bestand	265
7.2.2	Die Erhaltung mit Ergänzung oder Umrüstung verbinden	266
7.2.2.1	Einbruchhemmung bei bauzeitlichen oder historischen Fenstern	267
7.2.2.2	Rekonstruktion historischer Fenster	269
7.2.2.3	Eigenschaften neuer Holzfenster	269
7.3	Fensterrestaurierung mit Verbesserung der Wärmedämmung und des Schallschutzes – Praxisbeispiele (Kramp)	276
7.3.1	Bestandsaufnahme und Restaurierungskonzept	276
7.3.2	Restaurierungsablauf an einem Praxisbeispiel	278
7.3.3	Restaurierungskonzepte mit Funktionswertverbesserung historischer Fenster	285
7.3.3.1	Energiespar-Vorsatzscheiben	285
7.3.3.2	Innenvorfenster als Kastenfenster	288
7.3.3.3	Umrüstung auf Isolierverglasung	292
7.4	Restaurierung historischer Kastendoppelfenster (Paal)	295
7.4.1	Vom Winterfenster zum Kastendoppelfenster – die Entwicklung zum Kastendoppelfenster im deutschsprachigen Raum	295
7.4.2	Konstruktion und Funktion	298
7.4.2.1	Funktionsweise des Kastendoppelfensters	298
7.4.2.2	Konstruktion und Funktion der Bauteile	298
7.4.3	Schäden und Sanierungsmaßnahmen	300
7.4.3.1	Grundsätzliches	300
7.4.3.2	Schäden und Instandsetzungsarbeiten	300
7.4.4	Anpassung an heutige Anforderungen	303
7.4.4.1	Fugendichtigkeit und Lüftungsmöglichkeit	303

7.4.4.2	Wärmedämmung	304
7.4.4.3	Schallschutz	305
7.4.4.4	Einbruchschutz	305
7.5	Reparatur und Instandhaltung von Fensterbeschlägen (Leonhardt)	306
7.5.1	Einleitung	306
7.5.2	Schadensbilder und deren Ursachen	306
7.5.3	Demontage von Beschlägen	307
7.5.4	Farbentfernung an Beschlägen	308
7.5.5	Beschlagmaterialien	310
7.5.6	Oberflächenüberzüge von Beschlägen	312
7.5.7	Reparatur	314
7.5.8	Alte Fensterbeschläge und neue Fenstertechnik	315
7.5.9	Pflege von Fensterbeschlägen	316
7.5.10	Vermeidung von Schäden	317
7.6	Glasschäden und Glasrestaurierung (Wagner)	318
7.6.1	Glasherstellung und Glaseigenschaften	318
7.6.1.1	Entwicklung der Herstellungsverfahren	318
7.6.1.2	Glasdicken	319
7.6.1.3	Glasbeschichtungen	319
7.6.1.4	Physikalische Eigenschaften von Glas	320
7.6.1.5	Normen und Richtlinien	320
7.6.2	Glasschäden	320
7.6.2.1	Glasbruch	320
7.6.2.2	Kondensatbildung	325
7.6.2.3	Materialunverträglichkeit	326
7.6.3	Glasrestaurierung	327
7.6.3.1	Bleiverglasung	327
7.6.3.2	Einfachverglasung	327
7.6.3.3	Isolierverglasung	329
7.6.3.4	Sicherheitsglas	330
7.6.3.5	Glasarten für die Restaurierung	331
8	Anforderungen und Normen im Fensterbau (Müller)	335
8.1	Einleitung	335
8.2	Notwendige und freiwillige Nachweise	335
8.3	Prüf- und Kennzeichnungskategorien	336
8.3.1	Ersttypprüfung	336
8.3.2	Teilprüfung	336
8.3.3	Systemprüfung	338
8.3.4	CE-Kennzeichnung	338
8.4	Montage und Einbau	339
8.5	Anforderungen der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	339
8.5.1	Widerstandsfähigkeit bei Windlast	339
8.5.1.1	Prüfdruck/Windböen	339
8.5.1.2	Rahmendurchbiegung	340
8.5.1.3	Sicherheitsprüfung	340
8.5.1.4	Klassifizierung der Widerstandsfähigkeit bei Windlast	340
8.5.1.5	Anwendung der Windlastklassifizierung (vereinfachtes Verfahren)	340
8.5.2	Schlagregendichtheit	341
8.5.3	Luftdurchlässigkeit	341
8.5.3.1	Fugendurchlasskoeffizient	343
8.5.3.2	Flächendurchlasskoeffizient	343
8.5.4	Stoßfestigkeit	344
8.5.5	Bedienkräfte (Bedienungskräfte)	344
8.5.6	Gefährliche Substanzen	344
8.5.7	Tragfähigkeit von Sicherheitseinrichtungen	345
8.5.8	Schallschutz	346
8.5.9	Wärmeschutz	347

8.5.10	Differenzklimaverhalten	347
8.5.11	Dauerfunktion	348
8.5.12	Mechanische Festigkeit	349
8.6	Zusätzliche Anforderungen außerhalb der Ersttypprüfung, Teilprüfung und Systemprüfung	350
8.6.1	Einbruchhemmung	350
8.6.1.1	Widerstandsklassen	350
8.6.1.2	Anforderungen an Gläser und Ausfachungen	350
8.6.1.3	Einsatzempfehlungen entsprechend dem Gefährdungsbereich	351
8.6.2	Beschusshemmung	351
8.6.2.1	Wahl der Widerstandsklassen FB 4 und FB 6/FB 7	351
8.6.2.2	Anforderungen an Gläser	351
8.6.3	Sprengwirkungshemmung	352
8.6.3.1	Sprengwirkungshemmung durch den Nachweis mittels Stoßrohr	352
8.6.3.2	Sprengwirkungshemmung durch den Nachweis mittels Freilandversuch	352
8.6.4	Hochwasserbeständigkeit	352
8.6.5	Hurrikanschutzz	353
8.6.6	Ballwurfsicherheit	353
8.7	Qualitätssicherung	354
8.7.1	Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)	354
8.7.2	Kennzeichnung mit zusätzlichen Qualitätszeichen und Zertifizierung	354
8.7.3	Visuelle Qualitätsbeurteilung	354
9	Anhang	355
9.1	Glossar	355
9.2	Normen, Vorschriften, Merkblätter und Literatur	374
9.3	Institute und Verbände	402
9.4	Autoren	403
9.5	Stichwortverzeichnis	405
9.6	Übersichtsbilder	411